



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000106452 A**(43) Date of publication of application: **11.04.00**

(51) Int. Cl.

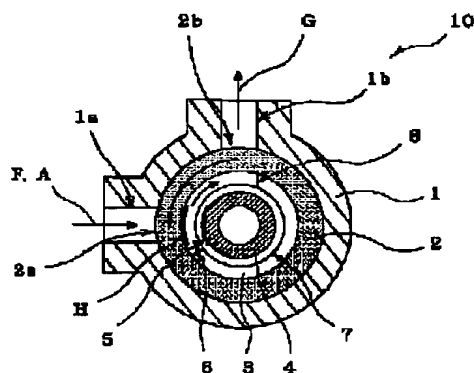
**H01L 31/042  
F21H 5/00**(21) Application number: **10273653**(22) Date of filing: **28.09.98**(71) Applicant: **ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY  
IND CO LTD ENG SHINKO  
KYOKAI**(72) Inventor: **YAMAGUCHI HIROMI  
FUJIMORI TOSHIRO  
SHINOHARA JOSHI****(54) THERMAL PHOTOVOLTAIC GENERATION  
METHOD AND DEVICE FOR THAT****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thermal photovoltaic generation method, which is excellent in system performance and also simple and low in cost, and a device for that method.

**SOLUTION:** A thermal photovoltaic generation method, wherein a luminous body layer is made to emit light with heat of combustion and generation is conducted by a photoelectric conversion element using the light, is a method wherein an inner cylinder 2, which consists of a porous heat accumulating material and at the same time, is formed of a luminous body layer on the inner surface thereof, is housed in an outer cylinder 1, which is provided with a feed opening 1a for a fuel F and the air A for combustion and an exhaust vent 1b for combustion exhaust gas and a consists of a heat-resistant thermal insulating material, and with the inner cylinder 2 rotated centering around a major axis within the outer cylinder 1, the fuel F and the air A for combustion are fed through the feed opening 1a into the inner cylinder 2 and after

the fuel F is made to burn on the inner peripheral surface of the inner cylinder 2, the gas G is exhausted via the rotating inner cylinder 2 and preheating of the inner cylinder 2 is conducted using this gas G.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-106452  
(P2000-106452A)

(43) 公開日 平成12年4月11日 (2000.4.11)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 31/042  
F 2 1 H 5/00

識別記号

F I  
H 0 1 L 31/04  
F 2 1 H 5/00

テーマコード\* (参考)

R 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-273653

(22) 出願日 平成10年9月28日 (1998.9.28)

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(71) 出願人 591052239

財団法人エンジニアリング振興協会  
東京都港区西新橋1丁目4番6号 CYD  
ビル

(72) 発明者 山口 裕美

東京都江東区豊洲三丁目1番15号 石川島  
播磨重工業株式会社技術研究所内

(74) 代理人 100068021

弁理士 絹谷 信雄

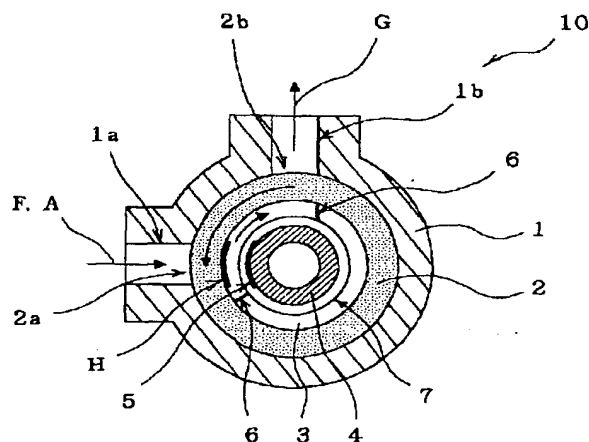
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱光起電発電方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 システム効率が良好であると共に、簡易、かつ、安価な熱光起電発電方法及びその装置を提供するものである。

【解決手段】 燃焼熱により発光体層を発光させ、その光を用いて光電変換素子で発電を行う熱光起電発電方法において、燃料Fと燃焼用空気Aの供給口1aおよび燃焼排ガスGの排出口1bを備えた耐熱断熱材からなる外筒1内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒2を収容し、その内筒2を外筒1内で長軸を中心に回転させると共に、上記供給口1aから燃料Fと燃焼用空気Aを供給し、上記内筒2の内周面で燃焼させた後、燃焼排ガスGを回転する内筒2を介して排出し、この燃焼排ガスGを用いて内筒2の予熱を行うものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼熱により発光体層を発光させ、その光を用いて光電変換素子で発電を行う熱光起電発電方法において、燃料と燃焼用空気の供給口および燃焼排ガスの排出口を備えた耐熱断熱材からなる外筒内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒を収容し、その内筒を外筒内で長軸を中心に回転させると共に、上記供給口から燃料と燃焼用空気を供給し、上記内筒の内周面で燃焼させた後、燃焼排ガスを回転する内筒を介して排出し、この燃焼排ガスをを用いて内筒の予熱を行うことを特徴とする熱光起電発電方法。

【請求項 2】 上記内筒の一部が上記排出口に臨んだ後、上記供給口に臨むように、内筒を回転させる請求項 1 記載の熱光起電発電方法。

【請求項 3】 耐熱断熱材からなり、燃料と燃焼用空気の供給口および燃焼排ガスの排出口を備えた外筒内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒を回転自在に設け、その内筒内に燃焼室を形成すると共に、その燃焼室内の少なくとも上記供給口と対面する位置に光電変換素子を設けたことを特徴とする熱光起電発電装置。

【請求項 4】 耐熱断熱材からなり、複数組の燃料と燃焼用空気の供給口および燃焼排ガスの排出口を備えた外筒内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒を回転自在に設け、その内筒内に、複数組の上記供給口および上記排出口に対応して複数の燃焼室を区画形成すると共に、各燃焼室内の少なくとも上記各供給口と対面する位置に光電変換素子を設けたことを特徴とする熱光起電発電装置。

【請求項 5】 長軸を中心に上記内筒を回転させるための回転手段を設けた請求項 3 又は請求項 4 記載の熱光起電発電装置。

【請求項 6】 上記内筒内に設けられた冷却部材の外周面に、上記光電変換素子を設けた請求項 3 又は請求項 4 記載の熱光起電発電装置。

【請求項 7】 上記冷却部材の内部に冷却空気を供給するための冷却ファンを備えた請求項 6 記載の熱光起電発電装置。

【請求項 8】 上記冷却部材に、燃焼によって生じた上記燃焼排ガスを上記排出口又は上記各排出口へと導くためのガイド部材を設けた請求項 6 記載の熱光起電発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱光起電発電方法及びその装置に係り、特に、高効率に、かつ、連続的に熱回収しながら光を熱励起で発生させると共に、その光を光電変換素子を用いて電気に変換する熱光起電発電方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】既存のエネルギー源である化石燃料の燃焼、集光太陽光、放射性同位体等の高温熱源から発生される輻射熱を、発光体（エミッター）を用いて長波長帯の光に変換し、その光をフィルタリングした後に、バンドギャップの小さい半導体材料からなる光電変換セル（PVセル）に当てて電力を生じさせる TPV（Thermophotovoltaic）システムが挙げられる。

【0003】TPVシステムは、

① 広い波長範囲に広がったスペクトルを有する太陽光を用いるのではなく、PVセルに入射させる光を種々の工夫を凝らすことにより加工・調整してPVセルを形成する半導体材料のバンドギャップ付近の単色に近い光にし、PVセルの光電変換効率を高める（60%以上）ことが可能である。

【0004】② 熱源のパワーを高密度にすることができることから、発電密度を  $30 \sim 40 \text{ kW/m}^2$  と高くすることが可能となり、また、固体素子を用いていることから、発電システムの軽量化・コンパクト化を図ることができる。

【0005】③ ガスタービンやディーゼル機関発電機と異なりエネルギー変換部に可動部分がないため、低騒音、かつ、低振動で、維持・管理が容易な発電器となる。

【0006】④ 燃料電池のような化学反応を用いないため、システムを構成する材料の長寿命化が期待できる。

【0007】⑤ 空气中、常圧下で使用する事が可能である。

【0008】という特長を有しているため、今後、様々な用途での需要増が期待されている。

【0009】燃焼熱を利用したTPVにおける従来の熱励起発光装置としては、繊維状或いは多孔質の発光板の表面に無数の小さな火炎を生じさせる平面バーナ、又は発光管内の一端に設けられたバーナを燃焼させる一方向型バーナ、或いは発光管内の両端に対向して設けられたバーナを同時燃焼させる双方向対向型バーナを用いたものが挙げられる。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、TPVの場合、理論上のシステム効率（電力／入力熱エネルギー）は30%以上が可能であるものの、熱を光に変換する時（励起時）における燃焼排ガスが持ち去る熱の損失が大きいため、発光体の加熱効率が悪く、実際のシステム効率は5～10%未満と良好でない。このため、励起時の熱損失を低減すべく、排ガスの熱回収を行うことでシステム効率を上げている。

【0011】ここで、熱回収装置として対向流型の熱交換ダクト群を備えた熱励起発光装置を用いた可搬型TPV電源が欧米などで開発されているが、システム効率は

せいぜい 10% 程度である。

【0012】また、TPV システムに、大型で高価な熱回収器を取り付けることによって熱損失を小さくし、システム効率を 20% 以上とすることはできるものの、軽量、コンパクト、安価を特長とする TPV システムを用いた発電器としての特長を喪失してしまう。

【0013】そこで本発明は、上記課題を解決し、システム効率が良いと共に、簡易、かつ、安価な熱光起電発電方法及びその装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項 1 の発明は、燃焼熱により発光体層を発光させ、その光を用いて光電変換素子で発電を行う熱光起電発電方法において、燃料と燃焼用空気の供給口および燃焼排ガスの排出口を備えた耐熱断熱材からなる外筒内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒を収容し、その内筒を外筒内で長軸を中心に回転させると共に、上記供給口から燃料と燃焼用空気を供給し、上記内筒の内周面で燃焼させた後、燃焼排ガスを回転する内筒を介して排出し、この燃焼排ガスを用いて内筒の予熱を行うものである。

【0015】請求項 2 の発明は、上記内筒の一部が上記排出口に臨んだ後、上記供給口に臨むように、内筒を回転させる請求項 1 記載の熱光起電発電方法である。

【0016】以上の方法によれば、内筒内部で生じた燃焼排ガスを、内筒外部に排出する際に熱回収を行うことで、燃焼排ガスが持ち去る熱の損失が低減すると共に、高効率に熱回収を行うことができるため、加熱効率が良好となる。

【0017】請求項 3 の発明は、耐熱断熱材からなり、燃料と燃焼用空気の供給口および燃焼排ガスの排出口を備えた外筒内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒を回転自在に設け、その内筒内に燃焼室を形成すると共に、その燃焼室内の少なくとも上記供給口と対面する位置に光電変換素子を設けたものである。

【0018】請求項 4 の発明は、耐熱断熱材からなり、複数組の燃料と燃焼用空気の供給口および燃焼排ガスの排出口を備えた外筒内に、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層が形成された内筒を回転自在に設け、その内筒内に、複数組の上記供給口および上記排出口に対応して複数の燃焼室を区画形成すると共に、各燃焼室内の少なくとも上記各供給口と対面する位置に光電変換素子を設けたものである。

【0019】請求項 5 の発明は、長軸を中心に上記内筒を回転させるための回転手段を設けた請求項 3 又は請求項 4 記載の熱光起電発電装置である。

【0020】以上の構成によれば、熱回収装置として多孔質蓄熱材からなる内筒を用いるのみであるため、簡易、かつ、安価な熱光起電発電装置となる。

【0021】請求項 6 の発明は、上記内筒内に設けられた冷却部材の外周面に、上記光電変換素子を設けた請求項 3 又は請求項 4 記載の熱光起電発電装置である。

【0022】請求項 7 の発明は、上記冷却部材の内部に冷却空気を供給するための冷却ファンを備えた請求項 6 記載の熱光起電発電装置である。

【0023】以上の構成によれば、高温による光電変換素子の劣化及び変換効率低下を防ぐことができる。

【0024】請求項 8 の発明は、上記冷却部材に、燃焼によって生じた上記燃焼排ガスを上記排出口又は上記各排出口へと導くためのガイド部材を設けた請求項 6 記載の熱光起電発電装置である。

【0025】以上の構成によれば、燃焼排ガスが燃焼室内を滞留することなく、燃焼後、蓄熱部を通過し、排出口へと導かれるため、燃焼排ガスの熱損失が低減する。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0027】本発明の熱光起電発電装置 10 の横断面模式図を図 1 に示す。

【0028】図 1 に示すように、本発明の熱光起電発電装置 10 は、耐熱断熱材からなり、燃料 F と燃焼用空気 A の供給口 1 a および燃焼排ガス G の排出口 1 b を備えた外筒 1 と、その外筒 1 内に収容され、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層（図示せず）が形成された内筒 2 と、その内筒 2 内部の燃焼室 3 内に設けられた管状の冷却部材 4 と、その冷却部材 4 の表面における少なくとも供給口 1 a と対面する位置に設けられた光電変換素子（以下、PV セルと呼ぶ）5 と、冷却部材 4 および PV セル 5 を囲繞して設けられ、高温の燃焼排ガス G による PV セル 5 に対する熱的影響を遮断するための管状の熱遮蔽部材 7 と、長軸を中心に内筒 2 を回転させるための回転手段（図示せず）と、熱遮蔽部材 7 に固定して設けられ、燃焼排ガス G を排出口 1 b へと導くためのガイド部材 6 と、冷却部材 4 の内部（図 1 中では図面に垂直な方向）に冷却空気を供給するための冷却ファン（図示せず）と、燃料 F の供給手段（図示せず）と、燃焼用空気 A の供給手段（図示せず）とを備えたものである。

【0029】ここで、供給口 1 a および排出口 1 b は外筒 1 の長手方向に亘って形成されており、また、外筒 1 の供給口 1 a における内筒 2 側には着火装置（図示せず）が設けられている。

【0030】外筒 1 を構成する耐熱断熱材としては特に限定するものではないが、外筒 1 の内部において内筒 2 が長軸を中心に回転摺動するため、少なくとも外筒 1 内面は耐摩耗性に優れていることが好ましく、複合材料などで形成してもよい。

【0031】内筒 2 を構成する多孔質蓄熱材としては特に限定するものではないが、耐熱性を有し、かつ、熱容

量が大きな材料が好ましく、例えば、 $Al_2O_3$ 、 $Ti_3Al$ 、ムライト等が挙げられる。

【0032】冷却部材4としては、その冷却効果を高めるべく、薄肉の管体であることが好ましい。また、冷却部材4の構成材としては特に限定するものではないが、熱伝導率が高い材料が好ましく、例えば、銅又は銅合金、アルミ又はアルミ合金などが挙げられる。

【0033】発光体層は、耐熱性セラミックス中に希土類金属を添加・分散させてなるものであり、かつ、ある一定の波長の光のみを発する選択波長物質からなるものである。耐熱性セラミックスとしては特に限定するものではないが、例えば、 $Al_2O_3$ などが挙げられる。

【0034】熱遮蔽部材7としては、高温の燃焼排ガスGによるPVセル5に対する熱的影響を遮断すべく高温耐熱性および断熱性を有し、かつ、光透過性を有する材料、例えば、石英ガラスやサファイアなどが挙げられる。

【0035】燃料Fとしては特に限定するものではないが、取扱性が良好なガス状燃料が最適であり、例えば、ブタンを主成分とするLPGなどが挙げられる。また、燃焼用空気Aおよび冷却空気はそれぞれ独立したものであってもよいが、冷却部材4内を通過し、冷却部材4との熱交換を終えた後の冷却空気を燃焼用空気Aとして用いてもよい。

【0036】尚、本発明の熱光起電発電装置10においては、供給口1aの延長方向と排出口1bの延長方向の交差角度は直角となっているが、この交差角度は鋭角であってもよいことは言うまでもなく、供給口1aと排出口1bを近接して設けることで、発生した燃焼排ガスGをすぐに熱回収に供することが可能となる。

【0037】次に、本発明の熱光起電発電方法について説明する。

【0038】図1に示すように、まず、内筒2を回転させる（図1中では左廻り）と共に、燃料Fおよび燃焼用空気Aを供給口1aを介し、かつ、内筒2を通して燃焼室3内に供給した後、着火装置を用いて点火を行い、内筒2の内面に火炎Hを生じさせる。この時、内筒2が回転しているため、火炎Hは、内筒2の内面に面状に形成される。

【0039】次に、火炎Hの燃焼熱および燃焼排ガスGによって内筒2の内面が加熱され、内筒2の内面に形成された発光体層が発光する。その後、燃焼排ガスGは、ガイド部材6によって導かれ、内筒2における排出口1bに臨んだ部分（以下、排出部と呼ぶ）2bを通り、排出口1bを介して外部に排出される。この時、内筒2の排出部2bにおいて、燃焼排ガスGの熱回収がなされ、この排出部2bが予熱されることになる。

【0040】その後、排出部2bは、内筒2の回転により順送りされ、内筒2における供給口1aに臨んだ部分（以下、供給部と呼ぶ）2aとなる。この予熱された供

給部2aを通して燃焼室3内に供給される燃料Fおよび燃焼用空気Aは、高温状態で供給されることになるため、火炎Hの燃焼効率が良好となる。

【0041】また、火炎Hの燃焼熱および燃焼排ガスを用いて発光体層を加熱することによって励起した光は、光透過性を有した熱遮蔽部材7を透過し、燃焼室3内に配置された冷却部材4の表面に設けられたPVセル5によって電気に変換され、その電気をコンバータ（図示せず）を介して各種用途に用いる。

【0042】ここで、PVセル5は、高温耐熱性及び断熱性も有した熱遮蔽部材7によって囲繞されているため、PVセル5が高温の燃焼排ガスGに直接晒されるおそれはないと共に、冷却部材4と熱遮蔽部材7との間の空間が高温になるおそれもない。よって、熱的影響によるPVセル5の性能劣化のおそれはない。

【0043】また、熱光起電発電装置10が定常動作になった場合における内筒2の回転は、自家電力を用いて回転手段を作動させることによって与えられるが、熱光起電発電装置10が定常動作に至っていない場合（例えば、始動時）における内筒2の回転は、手回しによって与えるようにしてもよい。これによって、熱光起電発電装置10のシステムとしての自立性が高くなるため、可搬型電源として益々優れたものとなる。

【0044】すなわち、本発明の熱光起電発電方法によれば、燃焼排ガスの熱を、多孔質蓄熱材からなる内筒を用いて高効率に回収し、その回収熱を用いて燃焼室内に供給する燃料および燃焼用空気の予熱を連続的に行っているため、熱損失が大幅に減少すると共に、燃焼室内に高温の火炎および燃焼ガスを発生させることが可能となる。

【0045】また、燃焼室内に高温の火炎および燃焼ガスを発生させ、発光体層を効率良く加熱することができるため、従来の熱光起電発電装置と比較して、強い発光強度を得る（加熱効率を大幅に向上させる）ことが可能となる。

【0046】さらに、加熱効率が大幅に向上する結果、光電変換後のシステム効率が20%以上に達し、良好となる。

【0047】また更に、熱回収装置として多孔質蓄熱材からなる内筒を用いているだけであるため、熱光起電発電装置が簡易、かつ、安価となる。

【0048】次に、本発明の他の実施の形態について説明する。

【0049】他の実施の形態の熱光起電発電装置20の横断面模式図を図2に示す。尚、図1と同様の部材には同じ符号を付している。

【0050】本発明の熱光起電発電装置10は、外筒1の供給口1aおよび排出口1bが、それぞれ1個ずつ設けられたものであった。

【0051】これに対して、本実施の形態の熱光起電発

電装置 20 は、耐熱断熱材からなり、燃料 F と燃焼用空気 A の供給口 11a、11a および燃焼排ガス G の排出口 11b、11b を備えた外筒 11 と、その外筒 11 内に収容され、多孔質蓄熱材からなると共に、内面に発光体層（図示せず）が形成された内筒 2 と、その内筒 2 内部の燃焼室 3 内に設けられた管状の冷却部材 4 と、その冷却部材 4 の表面における少なくとも供給口 11a、11a と対面する位置に設けられた P V セル 5、5 と、冷却部材 4 および P V セル 5、5 を囲繞して設けられ、高温の燃焼排ガス G による P V セル 5、5 に対する熱的影響を遮断するための管状の熱遮蔽部材 7 と、長軸を中心に内筒 2 を回転させるための回転手段（図示せず）と、熱遮蔽部材 7 に固定して設けられ、燃焼排ガス G を排出口 11b、11b へと導くためのガイド部材 6、6 と、冷却部材 4 の内部（図 2 中では図面に垂直な方向）に冷却空気を供給するための冷却ファン（図示せず）と、燃料 F の供給手段（図示せず）と、燃焼用空気 A の供給手段（図示せず）とを備えたものである。

【0052】ここで、供給口 11a、11a および排出口 11b、11b は、外筒 11 の円周方向に交互に 2 個ずつ設けたものである。

【0053】本実施の形態においても、本発明の熱光起電発電装置と同様の作用効果を奏することは言うまでもなく、燃焼熱によって予熱された燃焼後の供給部 2a が冷める間もなく、すぐに排出部 2b に順送りされて燃焼排ガス G によって予熱されるため、熱損失が更に低減されるという新たな作用効果を奏する。

【0054】尚、供給口 11a および排出口 11b の数は特に限定するものではなく、外筒 11 の円周方向に交互に 3 個以上ずつ設けてもよいことは言うまでもない。

【0055】本発明においては、熱励起発光装置を発電器として用いているが、発電器以外の用途として、輻射

加熱による工業プロセス促進などにも適用することができるとは言うまでもない。

【0056】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、燃焼排ガスの熱を、多孔質蓄熱材からなる内筒を用いて高効率に回収し、その回収熱を用いて燃焼室内に供給する燃料および燃焼用空気の予熱を行うことで、熱損失が大幅に減少すると共に、燃焼室内に高温の火炎および燃焼ガスを発生させることが可能となるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

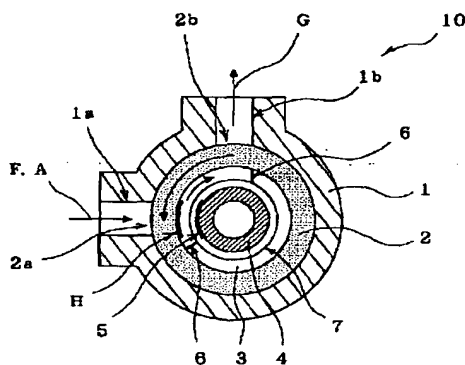
【図 1】本発明の熱光起電発電装置の横断面模式図である。

【図 2】他の実施の形態の熱光起電発電装置の横断面模式図である。

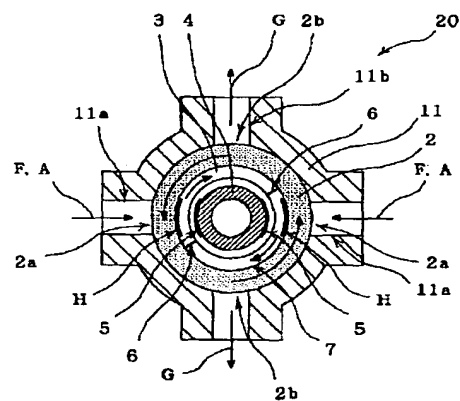
【符号の説明】

- 1, 11 外筒
- 1a, 11a 供給口
- 1b, 11b 排出口
- 2 内筒
- 2a 供給部
- 2b 排出部
- 3 燃焼室
- 4 冷却部材
- 5 P V セル（光電変換素子）
- 6 ガイド部材
- 7 熱遮蔽部材
- 10, 20 熱光起電発電装置
- F 燃料
- A 燃焼用空気
- G 燃焼排ガス

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤森 俊郎  
東京都江東区豊洲三丁目 1 番 15 号 石川島  
播磨重工業株式会社技術研究所内

(72) 発明者 篠原 譲司  
東京都江東区豊洲三丁目 2 番 16 号 石川島  
播磨重工業株式会社豊洲総合事務所内  
Fターム(参考) 5F051 BA05 JA18 JA20